

# PERANCANGAN OPTIMASI DAN IMPLEMENTASI ANTENA HORN SEKTORAL BIDANG-E PADA FREKUENSI BAND-X

Budi Aswoyo

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya  
Kampus PENS-ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya.  
Telp : +62+031+5947280  
Email : [budias@ccpis-its.ac.id](mailto:budias@ccpis-its.ac.id)

## Abstrak

Dalam makalah ini disajikan tentang antenna horn sektoral bidang-E, perancangan optimasi dan implementasinya pada frekuensi gelombang mikro (microwave) band-X, tepatnya 9.000 MHz. Perancangan optimasi yang dimaksud di sini adalah mencari hubungan antara dimensi saluran pandu gelombang (waveguide) yaitu  $a$ ,  $b$  dan dimensi dari antenna horn sektoral bidang-E yaitu  $R$ ,  $B$  pada frekuensi operasi 9.000 MHz sehingga dihasilkan pengarah radiasi (directivity) yang optimum. Perancangan optimasi ini dilakukan dengan menggunakan algoritma genetika. Dari hasil simulasi perancangan dibuat 4 sampel antenna dan diukur harga pengarah radiasinya untuk dibandingkan dengan hasil perancangan.

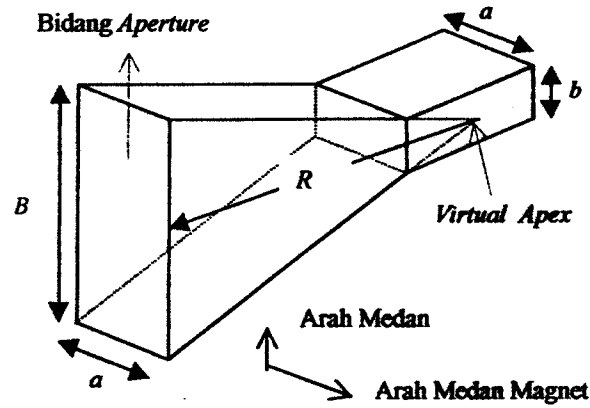
Kata Kunci : Antena Horn Sektoral Bidang-E, Algoritma Genetika, Instrumentasi.

## 1. Pendahuluan

Antena horn sektoral bidang-E adalah antenna celah (*aperture antenna*) berbentuk piramida yang mulutnya melebar sejajar dengan arah bidang medan listrik (E) dengan berbasis saluran pandu gelombang (waveguide). Antena jenis ini umumnya dioperasikan pada frekuensi gelombang mikro (microwave) di atas 1.000 MHz. Pengarah radiasi (directivity) dari antenna ini selain tergantung dari dimensi saluran pandu gelombangnya, juga pelebaran mulut horn ke arah medan listrik-nya (jarak dari 'virtual apex' ke bidang aperture-nya =  $R$  dan panjang pelebaran bidang aperture ke arah medan listrik =  $B$ ), hingga mencapai akumulasi 'phase error' yang dominan untuk menghasilkan harga pengarah radiasi yang optimum.

## 2. Teori

Gambar 1 menunjukkan geometri dari antenna horn sektoral bidang-E. Mulut dari antenna ini melebar ke arah medan listriknya (E), dimensi pelebaran ini dinyatakan dengan  $B$ . Antena ini dicatu oleh saluran pandu gelombang persegi (*rectangular waveguide*) dengan dimensi penampang  $a \times b$  ( $a$  = panjang penampang;  $b$  = lebar penampang). Dimensi dari bidang medan magnet sama dengan panjang penampang saluran pandu gelombang pencatunya, yaitu  $a$ . Jarak  $R$  diukur dari virtual apex dari horn ke bidang aperture-nya.



Gambar 1. Geometri antena horn sektoral bidang-E

Besarnya pengarah radiasi antena horn sektoral bidang-E dinyatakan dengan<sup>[1]</sup>

$$D_E = \frac{32Ba}{\pi\lambda^2} \left[ \frac{C^2(q) + S^2(q)}{q} \right] \quad (1)$$

dimana :

$$q = B/\sqrt{2\lambda R} \quad ; \text{ dan}$$

$\lambda$  = panjang gelombang.

Sedangkan  $C(x)$  dan  $S(x)$  merupakan integral Fresnel yang didefinisikan

$$C(x) = \int_0^x \cos(\pi t^2/2) dt \quad (2)$$

$$S(x) = \int_0^x \sin(\pi t^2/2) dt \quad (3)$$

Selain itu, dengan menganggap bahwa antena horn sektoral bidang-E merupakan antena direksional dengan *side lobe* yang sangat kecil, secara praktis pengarah radiasi antena tersebut dinyatakan dengan<sup>[3]</sup>

$$D_{E(\text{praktis})} \approx \frac{41.253}{\theta_{HP} \phi_{HP}} \quad (4)$$

dimana  $\theta_{HP}$  dan  $\phi_{HP}$  berturut-turut merupakan *half power beam width (HPBW)* bidang-E dan bidang-H dari pola radiasi antena horn sektoral bidang-E.

Persamaan (4) dapat digunakan sebagai dasar perhitungan pendekatan untuk mencari harga pengarah radiasi hasil pengukuran dari antena yang dibuat.

### 3. Dasar Perancangan

Karena hasil perancangan ini akan diimplementasikan pada frekuensi band-X tepatnya 9.000 MHz, maka dibutuhkan perangkat *microwave* yang dapat digunakan sebagai mediator antenna tersebut, yang dalam masalah ini digunakan *trainer microwave ANDO AS-50650*. Berdasarkan *instructor manual* dari *trainer* tersebut, data-data penting yang harus dicatat sehubungan dengan perancangan antenna horn sektoral bidang-E adalah sebagai berikut:

- Berbasis saluran pandu gelombang persegi (*rectangular waveguide*) WRJ 10 atau WR 90 menurut standart *EIA (Electronic Industry Association)*, dengan dimensi penampang dalam 0,9 inch ( $a = 2,286$  cm) x 0,4 inch ( $b = 1,016$  cm) dan penampang luar 1,0 inch (2,540 cm) x 0,5 inch (1,270 cm), dengan frekuensi cut-off 6,562 GHz. Artinya gelombang yang mempunyai frekuensi di atas 6,562 GHz yang layak ditransmisikan dalam saluran tersebut.
- Frekuensi kerja yang direkomendasikan adalah 8.200-12.500 MHz, termasuk dalam *range* frekuensi band-X.

### 4. Algoritma Genetika

Algoritma Genetika yang digunakan dalam perancangan optimasi antenna horn sektoral bidang-E di sini adalah algoritma genetika dengan menggunakan kromosom biner. Proses perancangan ini untuk mencari hubungan antara dimensi saluran pandu gelombang (*waveguide*)  $a$ ,  $b$  dan dimensi antenna horn sektoral bidang-E, yaitu  $B$  dan  $R$  sehingga dihasilkan harga pengarah radiasi (*directivity*)  $D_E$  yang optimum.

#### 4.1. Definisi Individu

Suatu individu mempunyai susunan kromosom yang menyatakan nilai dimana setiap nilai mempunyai sejumlah gen biner.



Gambar 2. Susunan gen pada kromosom suatu individu

#### 4.2. Nilai Fitness

Nilai *fitness* yang digunakan adalah nilai pengarah radiasi pada setiap pasangan nilai  $R$  dan  $B$  (individu), dengan tujuan untuk menentukan nilai maksimal  $F(k)$ , dalam hal ini adalah  $D_{E(opt)}$ .

#### 4.3. Pembangkitan Generasi Awal

Pembangkitan generasi awal adalah pembangkitan sejumlah individu yang dilakukan secara random. Dalam makalah ini diambil  $P$  individu yang dibangkitkan. Setelah itu masing-masing individu dihitung nilai *fitness*nya.

#### 4.4. Pemilihan Spesies Induk

Pemilihan spesies induk ini mempunyai analogi dengan cara kerja mesin *roulette*. Dimana dihitung terlebih dahulu jumlah nilai *fitness* dari semua individu, kemudian masing-masing individu dihitung prosentase keanggotaannya berdasarkan nilai *fitness*nya. Kemudian dibangkitkan suatu bilangan random antara 0 s/d 50. Nilai tersebut akan menunjukkan nomer dari individu. Semakin besar nilai *fitness* suatu individu maka semakin besar kemungkinan individu tersebut terpilih.

#### 4.5. Perkawinan Silang

Perkawinan silang dilakukan dengan menu-karkan gen-gen biner dari induk. Dimana sejumlah gen yang ditentukan secara *random* dipertukarkan secara langsung. Dalam penelitian ini digunakan prosentasi perkawinan silang sebesar 65%.

#### 4.6. Mutasi Gen

Mutasi Gen ini dilakukan dengan mengubah nilai gen yang ditentukan secara *random* menjadi nilai kebalikannya. Dalam penelitian ini digunakan prosentasi mutasi gen antara 1% s/d 5%.

#### 4.7. Penentuan Nilai Optimal

Penentuan nilai optimal adalah penentuan jumlah generasi yang diinginkan. Dimana dalam penelitian ini setiap individu dengan nilai *fitness* maksimum selalu disimpan untuk tetap dipertahankan pada generasi berikutnya dan menggantikan individu yang nilai *fitness*nya paling kecil.

### 5. Hasil Perancangan

Berdasarkan *instructor manual trainer microwave ANDO AS-50650* <sup>[12]</sup>, diperoleh data  $a = 2,286$  cm dan  $b = 1,016$  cm. Bila antena ini diimplementasikan pada frekuensi 9.000 MHz, maka panjang gelombang  $\lambda \approx 3,333$  cm.

Dari beberapa kali percobaan dengan program simulasi perancangan antena horn sektoral bidang-E menggunakan algoritma genetika yang disusun dengan ketentuan sebagai berikut:

Jumlah generasi = 50;

Jumlah individu dalam populasi = 50;

Jumlah kromosom biner = 20 bit;

Prosentase perkawinan silang = 65%;

Prosentase mutasi = 1%;

Frekuensi = 9.000 MHz ( $\lambda \approx 3,333$  cm);

Dimensi  $a = 2,286$  cm dan  $b = 1,016$  cm;

Diperoleh hasil perancangan seperti yang terpapar pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil optimasi perancangan antena horn sektoral bidang-E  
 $f_c = 9.000$  MHz ( $\lambda \approx 3,333$  cm)  
WRJ 10 ( $a = 2.286$  cm x  $b = 1.016$  cm)

$R/\lambda$	$R$ (cm)	$B$ (cm)	$D_{E(opt)}$
1	3.333	5.6471	8.8977
2	6.666	8.0618	12.5832
3	9.999	9.8699	15.4112
4	13.332	11.3692	17.7947
5	16.665	12.6698	19.8926
6	19.998	14.2032	21.7675
7	23.331	14.9132	23.5284
8	26.664	16.2543	25.1594
9	29.997	17.0905	26.6929
10	33.333	18.2266	28.1232
12	39.996	19.9543	30.8080
15	43.329	21.0703	31.9944

20	66.666	25.7504	39.7764
25	83.325	28.5285	44.4881
30	99.990	31.2418	48.7344
35	116.655	33.7143	52.6390
40	133.320	35.0458	56.2737
45	149.985	38.6570	59.9151
50	166.650	40.3708	62.3455
55	183.315	42.0707	65.9800
60	199.980	44.5082	68.9024
65	216.645	46.2820	71.7203
70	233.310	47.7577	74.4424
75	249.975	49.4714	77.0545
80	266.640	51.1353	79.5802
90	299.970	54.9672	83.9705
100	333.333	56.6645	88.6519

Ket :  $D_{E(opt)}$  = pengarahannya radiasi optimum

## 6. Pembuatan

Dari Tabel 1 dibuat 4 (empat) sampel antenna horn sektoral bidang-E yang sesuai dengan *trainer microwave AS-50650*, dan diukur harga pengarahannya radiasi (*directivity*) masing-masing antenna untuk dibandingkan dengan hasil perancangan.

Untuk harga  $R = 23,331$  cm dan  $B = 14,9132$  cm (sampel 1), dengan harga pengarahannya radiasi (*directivity*) optimum  $D_{E(opt)}$  sebesar 23,5284. Untuk harga  $R = 26,664$  cm dan  $B = 16,2543$  cm (sampel 2), dengan  $D_{E(opt)}$  sebesar 25,1594, untuk  $R = 29,997$  cm dan  $B = 17,0905$  cm (sampel 3), dengan  $D_{E(opt)}$  sebesar 26,6929, dan untuk harga  $R = 33,333$  cm dan  $B = 18,2266$  cm (sampel 4),  $D_{E(opt)}$  sebesar 28,1232.

Bahan antenna dibuat dari almunium dengan ketebalan sekitar 1,5 cm.

Gambar 3 menunjukkan 4 (empat) sampel antenna horn sektoral bidang-E hasil pembuatan.



Gambar 3. 4(empat) sampel antenna horn sektoral bidang-E hasil pembuatan

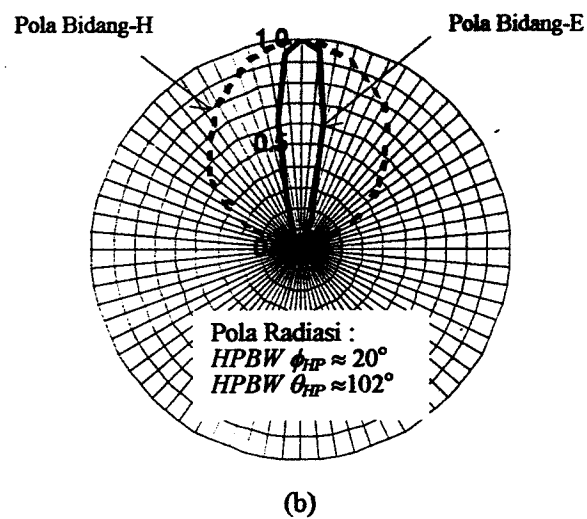
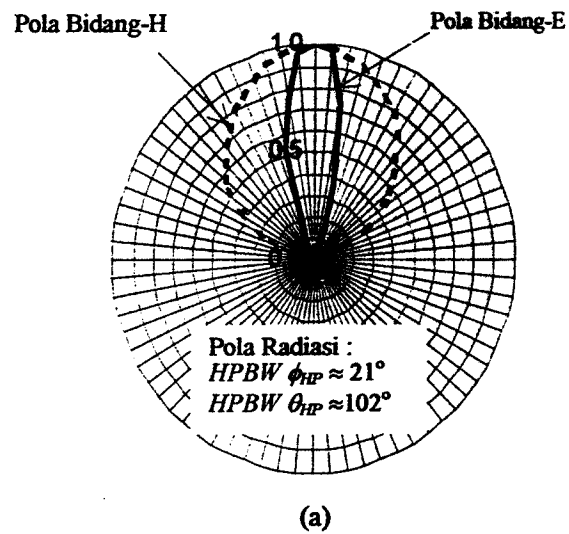
## 7. Pengukuran dan Analisa

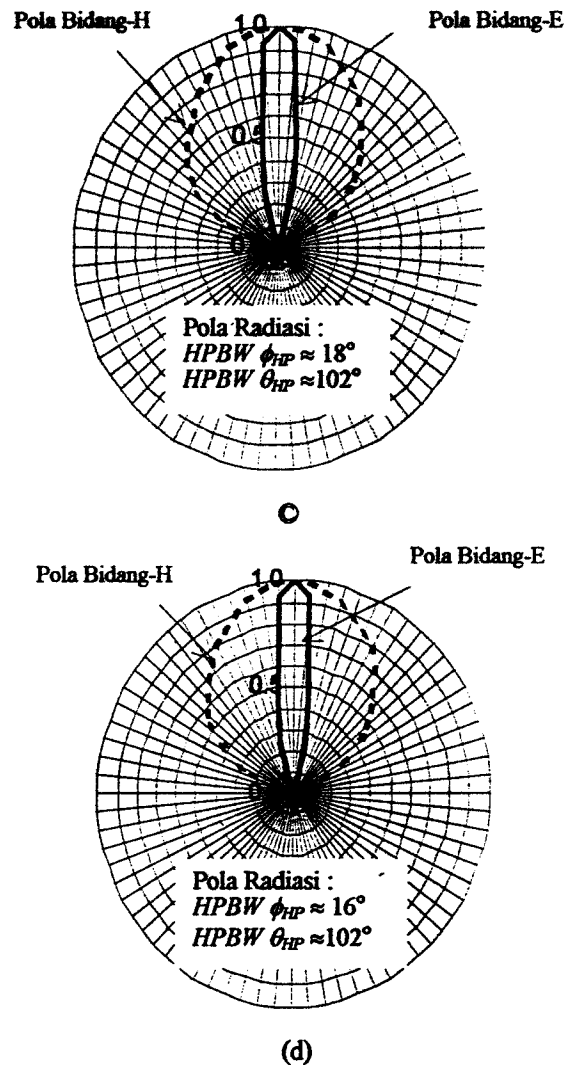
Hasil pembuatan 4 (empat) sampel antenna horn sektoral bidang-E, masing-masing diukur harga pengarahannya radiasinya pada frekuensi 9.000 MHz, dengan  $\lambda \approx 3,333$  cm. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4a, 4b, 4c dan 4d.

Sampel 1 ( $R = 23,331$  cm,  $B = 14,9132$  cm) diperoleh  $\theta_{HP} \approx 102^\circ$  dan  $\phi_{HP} \approx 21^\circ$  dan berdasarkan Persamaan (4) harga pendekatan pengarahannya radiasi  $D_{E(praktis)} \approx 19,2591$ .

Untuk sampel 2 ( $R = 26,664$  cm,  $B = 16,2543$  cm) diperoleh  $\theta_{HP} \approx 102^\circ$ ,  $\phi_{HP} \approx 20^\circ$   $D_{E(praktis)} \approx 20,2221$ . Sampel 3 ( $R = 29,997$  cm,  $B = 17,0905$  cm) diperoleh  $\theta_{HP} \approx 102^\circ$ ,  $\phi_{HP} \approx 18^\circ$  dan  $D_{E(praktis)} \approx$

22,4691. Sampel 4 ( $R = 33,333$  cm,  $B = 18,2266$  cm) diperoleh  $\theta_{HP} \approx 102^\circ$ ,  $\phi_{HP} \approx 16^\circ$ , diperoleh  $D_{E(praktis)} \approx 25,2776$ .





Gambar 4. Direktivitas hasil pengukuran

- (a) Sampel 1 ( $R = 23,331$  cm dan  $B = 14,9132$  cm)
- (b) Sampel 2 ( $R = 26,664$  cm dan  $B = 16,2543$  cm)
- (c) Sampel 3 ( $R = 29,997$  cm dan  $B = 17,0905$  cm)
- (d) Sampel 4 ( $R = 33,333$  cm dan  $B = 18,2266$  cm)

Harga pengarahannya radiasi hasil perancangan dan pembuatan antenna horn sektoral bidang-E dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan pengarahannya radiasi antenna hasil perancangan dan pembuatan

Sampel Antena	R (cm)	B (cm)	Harga Pengarahan Radiasi	
			Peranc. : $D_{E(opt)}$	Pembuatan : $D_{E(praktis)}$
1	23,331	14,9132	23,5284	19,2591
2	26,664	16,2543	25,1594	20,2221
3	29,997	17,0905	26,6929	22,4691
4	33,333	18,2266	28,1232	25,2776

Bila Tabel 2 diamati, antara perancangan dan pembuatan antena horn sektoral bidang-E terdapat perbedaan sebagai berikut. Untuk sampel 1 kira-kira sebesar 18,15%, sampel 2 sebesar 19,62%, sampel 3 sebesar 15,82%, dan sampel 4 sebesar 10,13%.

## 8. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini antara lain :

- 1). Algoritma Genetika dapat digunakan untuk optimasi dimensional antenna horn piramidal dengan pengarahannya yang maksimum. Sehingga dapat dibuat suatu program untuk melakukan simulasi perancangan antena horn piramidal yang didasari oleh penentuan dimensional yang menghasilkan pengarahannya tertinggi.
- 2). Dari 4 (empat) sampel pembuatan antena horn sektoral bidang-E bila dibanding dengan hasil perancangan lebih kecil 18,15%, 19,62%, 15,82%, dan 10,13%. Perbedaan harga pengarahannya radiasi (*directivity*) antara perancangan dan pembuatan ini kemungkinan dapat diperkecil dengan lebih mempresisi ukuran antena, lebih cermat saat pengelasan dan memperhalus hasil pengelasan.

## 9. Daftar Pustaka

- [1] \_\_\_\_\_, *ANDO-AS50650 Instructur Manual*, ANDO Electronics Corporation, Tokyo, Japan, 1988.
- [2] Achmad Basuki, Son Kuswadi, "Pemakaian Algoritma Genetika Untuk Menentukan Nilai Optimal Fungsi Dengan Banyak Perubah Bebas," in *Proceeding IES*, 1999.
- [3] Budi Aswoyo, "Optimalisasi Antena Horn Sektoral Bidang-E pada Frekuensi Band-X," Laporan Penelitian, PENS Surabaya, 1999.
- [4] Constantine A. Balanis, *Antenna Theory, Analysis and Design*, New York: John Wiley and Sons, 1982.
- [5] David Pozar Ph.D, *Antenna Design Using Personal Computers*, Artech House, Inc., 1985.
- [6] Dennis Roddy, *Microwave Technology*, New Jersey: Prentice-Hall, 1986.
- [7] Dixon, M.W., G3PFR, *Microwave Hand-book*, RSGB, vol.1, 1991.
- [8] Love, A.W., *Reflector Antennas*, IEEE Press, New York: John Wiley and Sons, 1978.
- [9] Michalewicz, Zbigniew, *Genetic Algorithm + Data Structure = Evolution Programming*, 3<sup>rd</sup> Revised and Extended Edition, Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 1996.
- [10] Radio society of Great Britain, *Radio Communication Hand-book*, 5<sup>th</sup>, vol.2, 1976.
- [11] Richard C. Johnson and Henry Jasik, *Antenna Engineering Handbook*, 2<sup>nd</sup>, Mc Graw-Hill, 1984.
- [12] Warren I. Stutzman, Gary A Thiele, *Antenna Theory and Design*, New York: John Wiley and Sons, 1981.